**3Ш**

**УДК 517.977.5**

***В.И. Ширяев***
Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск, Россия
vis@prima.susu.ac.ru

# Управление динамическими системами в условиях неопределенности

Рассматривается решение задач управления, когда качество функционирования динамической системы описывается конечномерным вектором показателей качества при информационных предположениях о действующих возмущениях на объект и помехах в канале измерения. Предлагаемый алгоритм управления заключается в построении информационного и прогнозирующего множества и нахождении последовательности управлений из условий совместности системы линейных неравенств.

Рассматривается решение задач управления, когда качество функционирования динамической системы описывается конечномерным вектором показателей качества при информационных предположениях о действующих возмущениях на объект и помехах в канале измерения типичных для задач гарантированного оценивания и управления. Предлагаемый алгоритм управления заключается в построении информационного и прогнозирующего множества и нахождении последовательности управлений из условий совместности системы линейных неравенств [1-11]. Считается, что в тех случаях, когда действия среды перестают быть «враждебными», построена модель возмущений [12-19]. В результате уровень неопределенности снижается, что приводит к соответствующему изменению множества возмущений. Поэтому в правой части модели процессов присутствуют лишь возмущения, известные с точностью до множеств. Статья продолжает исследования [1], [8-11], [20].

## 1. Постановка задачи

Рассматриваются управляемые процессы в традиционной для минимаксного [1], [4], [8-10] подхода постановке. Пусть в линейном приближении модель движения и измерения задаются системой вида

$$x_{k+1} = Ax_k + Bu_k + w_k, \quad y_{k+1} = Gx_{k+1} + v_{k+1}, \; k = 0,1,...N-1, \tag{1}$$

где векторы $x_k, u_k, y_k$, соответственно, состояния, управления и измерения; векторы $x_0, w_k, v_k$ возмущений и помех, известные с точностью до известных множеств $X_0, W, V$, то есть

$$x_0 \in X_0, \; w_k \in W, \; v_{k+1} \in V, \; k = 0,1,..., N-1, \tag{2}$$

из которых в каждый k-й момент времени возмущения $w_k$ и помехи $v_{k+1}$ могут принимать любое значение. Все матрицы в (1) известны и корректно определены.

Пусть далее качество функционирования системы (1) оценивается конечномерным вектором показателей качества $f \in R^n$, связанным с вектором состояния $x_k$ линейным соотношением

$$f = Fx_k, \tag{3}$$

которое определяет обобщенное множество достижимости (ОМД) [21]

$$G_f = \left\{ f \,\middle|\, f = Fx_k, \; x_k \in G_x \right\}. \tag{4}$$

Пусть задано множество $D_f \subset G_f$ такое, что при $f \in D_f$ функционирование системы (1) признается успешным. Поскольку множество достижимости $\mathcal{T}_d$ полностью определяет ОМД $G_f$ в k-й момент времени, то далее ограничимся рассмотрением построения множеств достижимости. Тогда заданному обобщенному множеству достижимости $D_f$ будет соответствовать множество достижимости $\mathcal{T}_d$ такое, что $\forall x_k \in \mathcal{T}_d$ функционирование системы признается успешным.

Действительное значение вектора состояния $x_k$ является известно лишь в виде $x_k \in X_k$, где $x_k$ – информационное множество [7-10]

$$X_{k+1} = X_{k+1/k} \cap X\left[y_{k+1}\right],\ k = 0,1...,N-1, \tag{5}$$
$$X_{k+1/k} = AX_k + Bu_k + W,\ X\left[y_{k+1}\right] = \left\{x \middle| Gx + v = y_k, v \in V\right\},$$

где $X_{k+1/k}$, $X\left[y_{k+1}\right]$ – множество прогнозов и множество совместных с измерением.

При построении множества прогнозов $X_{k+1/k}$ выполняется операция суммирования множеств $AX_k$ и W, где сумма множеств понимается в смысле Минковского [8] (рис. 1), а в (5) производится пересечение множеств $X_{k+1/k}$ и $X\left[y_{k+1}\right]$. Подчеркнем, что эти действия необходимо выполнять в реальном времени и по существу они являются вспомогательными.

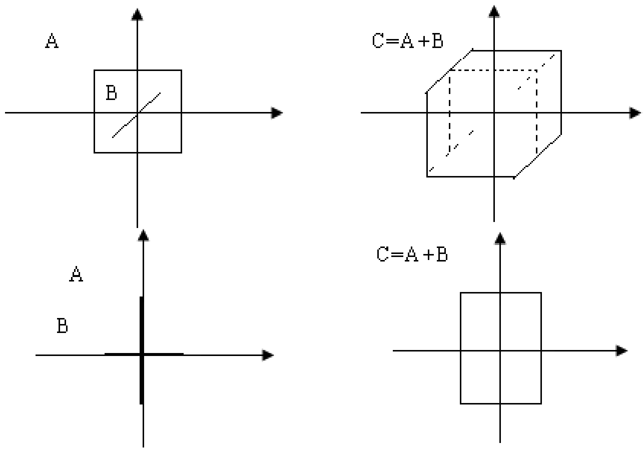



Рисунок 1 – Сложение множеств в смысле Минковского

Поскольку значение вектора $x_k$ неизвестно, то условие $x_k \in \mathcal{T}_d$ заменим на условие

$$X_k \subset \mathcal{T}_d. \tag{6}$$

Множество $\mathcal{T}_d$ может также зависеть от k и тогда вместо (6) имеем

$$X_k \subset \mathcal{T}_d(k),\ k = 1,2,....N. \tag{7}$$

Условие на множество возможных состояний может быть задано только на правом конце

$$X_N \subset \mathcal{T}_d(N). \tag{8}$$

Таким образом, будем выделять три постановки задачи. Необходимо найти последовательность управлений $u_k$, $k = 1,...$ по результатам измерений $y_{k-1}$, $k = 1,...$ таких, что выполняется одно из включений (6) – (8). Включение (6) соответствует задаче стабилизации, включение (7) – задаче слежения, включение (8) – терминальной задаче.

## 2. Синтез управления

Рассмотрим решение задачи (7). Обеспечение включения

$$X_{k+1/k} \subset \tau_d(k+1) \tag{9}$$

будем проводить, представляя множество $\tau_d(k+1)$ многогранником, а множество прогнозов $X_{k+1/k}$ в виде

$$X_{k+1/k} = X^0_{k+1/k} + x^*_{k+1/k} + Bu_k, \tag{10}$$

где

$$X^0_{k+1/k} + x^*_{k+1/k} = AX_k + \Gamma W. \tag{11}$$

Здесь $X^0_{k+1/k}$ – множество, чебышевский центр которого находится в точке 0, $x^*_{k+1/k}$ – чебышевский центр множества $AX_k + \Gamma W$.

Представим также множество $\tau_d(k+1)$ в «центрированном» виде (11)

$$\tau^0_d(k+1) + \gamma^*_{k+1} = \tau_d(k+1), \tag{12}$$

где $\tau^0_d$ – множество, у которого чебышевский центр находится в точке 0, $\gamma^*_{k+1}$ – чебышевский центр множества $\tau_d(k+1)$.

Тогда необходимым условием существования решения задачи (7) является выполнение включения

$$X^0_{k+1/k} + L_k \subset \tau^0_d(k+1), \tag{13}$$

где $L_k$ – некоторый постоянный вектор. Условию (13) можно придать конструктивную форму. Пусть $\gamma^0_l,\ l = 0,...,m_r,\ x^0_l,\ l = 0,...,m_x$ – угловые точки множеств $\tau^0_d$ и $\breve{x}_{k+1/k}$ соответственно. Тогда из (13) имеем систему линейных неравенств

$$\sum_{i=0}^{m_r} \beta_{li}\gamma^0_i = x^0_l + L_k;\ \ \sum_{i=1}^{m_r} \beta_{li} = 1,\ \beta_{li} \ge 0,\ i = 1,...,m_r, \tag{14}$$

которая должна быть совместной. Пусть условие (13) выполняется для всех k. Рассмотрим случай, когда $L_k = 0$. Тогда из (9), (10) и (12) получим

$$x^*_{k+1/k} + Bu_k = \gamma^*_{k+1}, \tag{15}$$

а управление находится соответственно из условия

$$Bu_k = -x^*_{k+1/1} + \gamma^*_{k+1}. \tag{16}$$

Пусть теперь $L_k \ne 0$ и в результате решения последовательности задач (13) находится последовательность $L_k, k = 0,...$. Уравнение (15) обеспечивает совпадение чебышевских центров множеств $\tau_d(k+1),\ X_{k+1/k}$. Однако для обеспечения включения (9) чебышевский центр множества $X_{k+1/k}$ необходимо дополнительно сместить на $L_k$. Тогда из (13), (15) получим

$$x^*_{k+1/k} + Bu_k = \gamma^*_{k+1} - L_k. \tag{17}$$

Рассмотрим теперь решение задачи (6), которая является частным случаем задачи (7). Пусть условие (13) выполняется для всех k. Тогда, подставляя в (17) значение чебышевского центра $\gamma^*$ множества $\mathcal{T}_d$, найдем управление в задаче стабилизации (6).

Для решения терминальной задачи (8) будем строить прогнозирующее множество $X_{N/i}$ с i-го шага на N-й

$$X_{N/i} = F(N-1,i)X_i + \sum_{j=1}^{N-1} F(N-1,j+1)(\Gamma W + Bu_j), \tag{18}$$

где $F(i,j) = A^{i-j}\ \ \forall j \le i,\ F(i,i+1) = I$

или вводя обозначения

$$B_{N-1/i}\ U_i(\bullet) = \sum_{j=1}^{N-1} F(N-1,j+1)Bu_j,$$

$$\Gamma_{N-1/i}\ W_i(\bullet) = \sum_{j=1}^{N-1} F(N-1,j+1)\Gamma W,$$

получим

$$X_{N/i} = F(N-1,i)X_i + \Gamma_{N-1/i}W_i(\bullet) + B_{N-1/i}u_i(\bullet). \tag{19}$$

Для центрированных относительно координат множеств $X_N^0$, $\mathcal{T}_d^0(N)$ необходимо проверить следующие условия

$$\breve{X}_N^0 \subset \mathcal{T}_d^0(N), \tag{20}$$

что является необходимым для обеспечения точности терминального критерия (8). Если это условие не выполняется, то система оценивания не обеспечивает необходимой точности. В этом случае вместо (8) можно использовать критерий

$$\bar{X}_N \cap \mathcal{T}_d(N) \to \max, \tag{21}$$

однако построение управления в этом случае в темпе реального времени не представляется возможным, за исключением задач низкой размерности. Компромиссным представляется в этом случае минимизация чебышевского центра $x_N^*$ множества $X_N$ (5) от чебышевского центра $\gamma_d^*$ множества $\mathcal{T}_d(N)$

$$\left\| x_N^* - \gamma_d^* \right\|^2 \to \min. \tag{22}$$

Пусть условие (20) выполняется и $\breve{x}_l(N/i) + B_{N-1/i}U_i(\bullet)$ угловые точки множества $X_{N/i}$ (18), тогда из условия совместности систем линейных неравенств

$$\left.\begin{aligned} &\sum_{j=0}^{m_r} \beta_{lj}\gamma_j = x_l(N/i) + B_{N-1/i}U_i(\bullet);\\ &\sum_{j=0}^{m_r} \beta_{lj} = 1,\ \beta_{lj} \ge 0,\ j = 0,\dots,m_r, \end{aligned}\right\} \tag{23}$$

найдем последовательность управлений $u_i,\dots,u_{N-1}$, доставляющих решение задаче

$$X_{N/i} \subset \mathcal{T}_d(N). \tag{24}$$

Эти управления имеют характер программных управлений. Для управления системой используется только первый член $u_i$ из найденной последовательности управлений, в результате система (1) переходит в состояние $x_{i+1}$, которое оценивается по измерениям $y_{i+1}$ в виде информационного множества $X_{i+1}$. Далее процедура

повторяется. Для реализовавшейся позиции $x_{i+1}$ строится новое прогнозирующее множество $X_{N/i+1}$ и в результате решения задачи (20) находится последовательность программных управлений $u_i,...,u_{N-1}$ и т.д.

# 3. Реализация алгоритма управления

Предлагаемый алгоритм синтеза терминального управления в условиях неопределенности заключается в построении информационного и прогнозирующего множества в виде выпуклой оболочки своих вершин и нахождении последовательности управлений из условий совместности системы линейных неравенств (20). Причем в ускоренном масштабе времени необходимо находить вершины множества $X_{N/I}$ и решать систему линейных неравенств (20). Сократить время решения этих задач можно следующим образом.

Как уже отмечалось, угловые точки центрированного множества $X^0_{N/i}$ полностью определяются априорными данными, поэтому еще на стадии проектирования можно решить задачу аппроксимации многогранника $X^0_{N/i}$ более простым множеством – многогранником с меньшим числом вершин, гиперкубом, эллипсоидом. Это позволит сократить размерность системы (20). Кроме того, из находимой последовательности управлений используется всего лишь первый член. Поэтому можно взять неравномерную дискретизацию всего временного отрезка $T_i = \{t_{i+1} - t_i, ..., t_{N-1} - t_{N-2}\}$, $\Delta = t_{k+1} - t_k = const$, разбив его на ряд диапазонов $T_i = T_{i1} + ... + T_{im}$, в каждом из которых временные дискреты $\Delta_i$ постоянны, но убывают от интервала к интервалу. После построения последовательности программных управлений $u_i,...,u_N$ на неравномерной сетке на i-ом шаге переходим к расчету на i+1-м шаге, сдвигая диапазоны «вправо» и отбрасывая при этом последний.

Реализация в реальном времени рассмотренных алгоритмов может предъявлять невыполнимые требования к вычислительным ресурсам систем управления автономных объектов, в частности ЛА [22]. В этом случае можно воспользоваться идеями концепции самоорганизующихся регуляторов [23], [24], что позволяет рассматривать модель процесса (1) всего лишь как аппроксимирующую для некоторого сравнительно небольшого отрезка времени, что приводит к существенному снижению размерности вектора $x_k$ и отсюда снижению объема вычислений при реализации алгоритмов. Рассмотрим, в связи с изложенным нами, подход к операциям над множествами в (5), что приводит к построению иных алгоритмов оценивания и управления.

# 4. Оценивание и управление и системы линейных неравенств

Пусть по результатам измерений $y_k$ решена задача оценивания и построено информационное множество, которое может быть задано системой линейных неравенств [8], [9]. Тогда задача оценивания для следующего (k+1)-го момента времени может быть сведена к решению следующей системы:

$$\left.\begin{aligned} &Gx_{k+1} + v_{k+1} = y_{k+1}; \\ &x_{k+1} - Ax_k - Bu_k - w_k = 0; \\ &x_k \in X_k, w_k \in W,\ v_{k+1} \in V,\ k = \overline{0, N-1}. \end{aligned}\right\} \quad (25)$$

Решая систему (25), находим информационное множество $X_{k+1} \in x_{k+1}$. Систему (25) можно рассматривать и как неявное задание информационного множества $X_{k+1}$.

При развитии эффективных вычислительных методов решения систем неравенств представляется возможным проводить вычисления с накоплением измерений и для случаев неизвестных матриц A и B в системе (1) со следующими информационными предположениями

$$x_0 \in X_0,\ w_k \in W,\ v_{k+1} \in V,\ k=\overline{0,N-1},$$
$$a(i,j) \in \left[a_H(i,j), a_B(i,j)\right], b(i,j) \in \left[b_H(i,j),\ b_B(i,j)\right], \qquad (26)$$

где $X_0$, W, V – известные выпуклые компакты, заданные в виде систем линейных неравенств; $a_H(i,j),\ a_B(i,j),\ b_H(i,j),\ b_B(i,j)$ – заданные числа. В этом случае из (1), (25), (26) получим систему нелинейных неравенств вида

$$\left.\begin{array}{l} G_{k+1+i}x_{k+1+i} + v_{k+1+i} = y_{k+i}; \\ x_{k+1+i} - Ax_{k+1} - Bu_{k+i} - w_{k+1} = 0; \\ a(i,j) \in \left[a_H(i,j),\ a_B(i,j)\right]; \\ b(i,j) \in \left[b_H(i,j),\ b_B(i,j)\right] \text{ для всех } i,j; \\ x_k \in X_k, w_{k+1} \in W,\ v_{k+1+i} \in V,\ i = 0,...,L. \end{array}\right\} \qquad (27)$$

Уравнения фильтра (27) за счет совместной обработки совокупности измерений $y_{k+i}$, $i = 0,...,L$ позволяют не только получить информационное множество $X_L$ для момента времени L, но и решить задачи как сглаживания [8], [9], так и оценивания значений реализовавшихся возмущений $v_{k+1+i}$, $w_{k+i}$, $i = 0,...,L$ и параметров a(i,j), b(i,j).

Если собственные числа матрицы A находятся в круге единичного радиуса, тогда начиная с некоторого $k \ge 1+i,\ i = 0,1,...$ величинами

$$A^k x_i,\ A^{k-1} w_i,\ i = 0,1,...,m-1 \text{ при } x_i \in X_i,\ w_i \in W$$

можно пренебречь в (4) и аналогично в (6), что приведет к снижению требований к вычислительным ресурсам при решении систем неравенств (4) и (6). Это обстоятельство имеет принципиальное значение для систем реального времени, поскольку позволяет в результате решения системы (6) получить оценки возмущений и использовать их для построения адаптивного алгоритма фильтрации. Адаптация позволяет уточнить априорную информацию о множествах W, V возмущений и помех и повысить точность управления.

Аналогично формулируется задача синтеза позиционного управления [8], [9] при наличии фазовых ограничений как задача перевода системы из множества $X_k$ в заданное множество $X_П$ в момент времени k + d, то есть как задача нахождения последовательности управлений $u_{k+j},\ j = 0,...,d-1$, являющихся решением системы неравенств вида

$$\left.\begin{array}{l} x_{k+1+j} - Ax_{k+j} - Bu_{k+j} - w_{k+j} = 0, j = \overline{0,d-1}; \\ x_k \in X_k, x_{k+j} \in X_{k,j}, x_{k+d} \in X_П, u_{k+j} \in U, w_{k+j} \in W. \end{array}\right\} \qquad (28)$$

В (28) в целях упрощения рассмотрен случай, когда матрицы A, B и вектор состояния $x_{k+j},\ j = 0,...,d-1$ известны точно. Некоторое снижение требований к вычислительным ресурсам при реализации алгоритмов в реальном времени произойдет, если рассматривать ограничения вида

$$w^i_{k+1} = \varphi_1\left(w^i_k\right),\ v^i_{k+1} = \varphi_2\left(v^i_k\right),\ i = \overline{1,m},\ k = 0,1,..., \qquad (29)$$

где $w^i_k \in \overline{W},\ v^i_k \in \overline{V},\ k = 0,1,...$ – границы соответствующих множеств W,V. Известно, что любую точку выпуклого множества, не принадлежащую границе, можно представить как выпуклую комбинацию граничных точек. Рассматривая выпуклую комбинацию,

построенную на нескольких точках, удовлетворяющую условиям (29), можно отказаться от выполнения операций над множествами (26). Для этого необходимо построить алгоритмы оценивания, идентификации и позиционного управления, работающие только с граничными точками вида (29), и за решение задачи оценивания и управления брать одну из точек, принадлежащую выпуклой оболочке соответствующего решения. Посуществу, это приводит к распараллеливанию алгоритмов, осуществляющих множественно-множественные отображения на целый ряд существенно более простых алгоритмов оценивания, управления, осуществляющих точечно-точечные отображения.

Другой подход, позволяющий избежать проведения операций над множествами, состоит в том, что возмущения $w_k, v_k, k = 0,1,...$ в системе (3) можно представить в виде выпуклых комбинаций

$$w_k = \sum_{i=1}^{m} \alpha_i w_k^i, \ \sum_{i=1}^{m} \alpha_i = 1, \ \alpha_i \ge 0, \ i = \overline{1,m};$$
$$v_k = \sum_{i=1}^{m} \beta_i v_k^i, \ \sum_{i=1}^{m} \beta_i = 1, \ \beta_i \ge 0, \ i = \overline{1,m}, \qquad (30)$$

точек $w_k^i$, $v_k^i$, $i = \overline{1,m}$, $k = 0,1,...$ из (28), где $\alpha_i, \beta_i$, $i = \overline{1,m}$ в (30) могут рассматриваться как вероятности, причем $w_k \in W$, $v_k \in V$, $k = 0,1,...$. Тогда, задавая вероятностный механизм генерирования последовательности

$$\alpha_i = \alpha_i(k), \ \beta_i = \beta_i(k), \ i = 1,m, \ k = 0,1,..., \qquad (31)$$

получим вероятностную аппроксимацию (29) – (31) модели возмущений (26), что существенно упрощает реализацию алгоритмов управления динамическими системами в условиях неопределенности.

# Литература


1. Антонов М.О., Ширяев В.И., Афанасьева К.Е., Коблов А.И. Алгоритмы оценивания и управления беспилотным летательным аппаратом на этапе посадки // Изв. РАН. Теория и системы управления. – 2005. – № 2. – С. 166-173.
2. Бунич А.Л. Минимаксная прогнозирующая модель в системе управления с идентификатором // Автоматика и телемеханика. – 2006. – № 7. – С. 120-132.
3. Гридасов И.П. Синтез минимаксных линейных систем управления при неполном статистическом описании начального состояния, возмущений и помех // Изв. РАН. Техн. кибернетика. – 1994. – № 4. – С. 71-80.
4. Красовский Н.Н., Куржанский А.Б., Кибзун А.И. Современные проблемы оптимизации и устойчивости неопределённых и стохастических систем // Автоматика и телемеханика. – 2007. – № 10. – С. 3-4.
5. Кунцевич В.М. Восстановление вектора состояния нелинейных динамических систем // Проблемы управления и информатики. – 2007. – № 5. – С. 5-19.
6. Куржанский А.Б., Фурасов В.Д. Идентификация нелинейных процессов – гарантированные оценки // Автоматика и телемеханика. – 1999. – № 6. – С. 70-87.
7. Черноусько Ф.Л. Об оптимальном эллипсоидальном оценивании для динамических систем, подтвержденных неопределенным возмущениям // Кибернетика и системный анализ. – 2002. – № 2. – С. 85-94.
8. Ширяев В.И. Синтез управления линейными системами при неполной информации // Изв. РАН. Техн. кибернетика. – 1994. – № 3. – С. 229-237.
9. Ширяев В.И. Алгоритмы управления динамическими системами в условиях неопределенности // Мехатроника. – 2001. – № 8. – С. 2-5.
10. Ширяев В.И. Решение задач позиционного управления в условиях дефицита информации // Актуальные проблемы защиты и безопасности: Тр. VII Всерос. науч.-практ. конф., 5-8 апреля 2004 г. – Т. 4.: Экстремальная робототехника. – СПб., 2004. – С. 96-101.
11. Shiryaev V.I., Peltverger S.B. Algorithms for Calculation of Information Set in Descrete Systems Under Conditions of Statistical Uncertainty. SCI 2001/ISAS 2001. – Orlando, July 22-24, 2001. – P. 1856-1859.
12. Лычак М.М. Элементы теории хаотичностей и ее применения // Проблемы управления и информатики. – 2002. – № 5. – С. 52-64.

13. Меньшиков Ю.Л., Наконечный А.Г. Построение модели внешнего воздействия на объекты управления // Проблемы управления и информатики. – 2005. – № 4. – С. 25-35.
14. Никульчев Е.В. Моделирование систем с нелинейной динамикой на основании экспериментальных данных // Мехатроника, автоматизация, управление. – 2006. – № 5. – С. 6-11.
15. Осипов Ю.С. Пакеты программ: подход к решению задач позиционного управления с неполной информацией // Успехи математических наук. – 2006. – Т. 61, В. 4 (370). – С. 25-76.
16. Чуличков А.И. Математические модели нелинейной динамики. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003. – 296 с.
17. Якубович В.А. Универсальный регулятор для оптимального гашения вынужденных стохастических колебаний в линейной системе // Докл. РАН. – 1994. – Т. 338, № 1. – С. 19-24.
18. Timmer J. Parameter estimation in nonlinear stochastic differential equations // Chaos, Solutions&Fractals. – 2000. – V. 11. – P. 2571-2578.
19. Voss H.U., Timmer J., Kurth J. Nonlinear dynamical system identification from uncertain and indirect measurements // Int. J. Bif. Chaos. – 2004. – V. 14. – P. 1905-1933.
20. Ширяев В.И. Финансовая математика. Расчет опционов, вероятностный и гарантированный подходы: Учеб. пособие. – М.: Изд-во ЛКИ, 2007. – 208 с.
21. Лотов А.В. О понятии обобщенных множеств достижимости и их построения для линейных управляемых систем // ДАН СССР. – 1980. – Т. 250, № 5. – С. 1081-1083.
22. Канащенков А.И. Формирование облика авионики перспективных летательных аппаратов // Изв. РАН. Теория и системы управления. – 2002. – № 6. – С. 128-138.
23. Кабанов С.А. Управление с самоорганизацией как инструмент для решения оптимизационных задач в социально-экономической сфере // Изв. РАН. Техн. кибернетика. – 1999. – № 3. – С. 172-176.
24. Красовский А.А. Развитие концепции, аналитическая теория, алгоритмическое обеспечение двухконтурного самоорганизующегося регулятора // Изв. РАН. Теория и системы управления. – 1999. – № 4. – С. 52-64.
25. Красовский А.А. Аттракторы и синтез управления в критических режимах // Изв. РАН. Теория и системы управления. – 1966. – № 3. – С. 5-14.

***В.І. Ширяєв***

**Керування динамічними системами в умовах невизначеності**

Розглядається розв’язання задач керування, коли якість функціонування динамічної системи описується скінченновимірним вектором показників якості при інформаційних передбаченнях щодо діючих збурень на об’єкт та перешкодах у каналі виміру. Пропонований алгоритм керування полягає у побудові інформаційної та передбачуваної множини і знаходженні послідовності керувань з умов спільної системи лінійних нерівностей.

***W.I. Shiriayev***

**Dynamic Systems Control under Conditions of Uncertainty**

Control problem is considered for dynamic systems whose functioning quality can be described by a finite-dimensional vector of quality parameters under informational assumptions on disturbances and noise in measuring system. The proposed control algorithm consists of search of informational and forecasting sets and finding out a sequence of controls subjected to conditions of consistency for the system of linear inequalities.

*Статья поступила в редакцию 09.07.2008.*